

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**GRADO EN BIOLOGÍA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**CURSO ACADÉMICO [2020-2021]**

**TÍTULO:**

**ANÁLISIS DEL ÁREA POTENCIAL DE DISTRIBUCIÓN DE *CISTUS HETEROPHYLLUS* SUBSP. *CARTHAGINENSIS* EN LA PROVINCIA DE ALICANTE: APORTACIONES PARA SU CONSERVACIÓN.**

**AUTOR:**

**Rubén Roche Martínez**

**TUTOR:**

**Antº Félix Carrillo López**



## Resumen

*Cistus heterophyllus* subsp. *carthaginensis* es un endemismo iberolevantino catalogado como en peligro crítico por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). Desde su descubrimiento y descripción, se han llevado a cabo numerosas acciones para su conservación. En este trabajo se ha llevado a cabo un análisis del área potencial del taxon en la provincia de Alicante mediante el software libre de información geográfica QGIS, teniendo en cuenta como factores principales la temperatura y las precipitaciones idóneas para la especie, además de otros factores secundarios que pueden ayudar a asegurar y facilitar una introducción adecuada de la planta al medio. Todo ello con el objetivo de lograr definir zonas potenciales de reintroducción para el taxon, siempre según criterios ecológicos adecuados. Los resultados obtenidos sugieren que existe una amplia área potencial donde sería posible realizar labores de conservación, siendo las zonas más destacables las de la Font del Molí, el sur de la Sierra de Bernia y el Valle del Sol. No obstante, estos resultados no se corresponden con el área propuesta por el Plan de Recuperación del taxon en la Comunidad Valenciana, por lo que tienen un elevado valor de cara a ser considerados en futuros reajustes de éste.

**Palabras Clave:** Endemismo ibérico; En Peligro Crítico; área de recuperación; conservación vegetal; viabilidad.

## Abstract

*Cistus heterophyllus* subsp. *carthaginensis* is an iberolevantine endemism registered as Critically Endangered by the IUCN (International Union for Conservation of Nature). Since its discovery, several actions have been carried out in order to contribute to its conservation. This project has performed an analysis of the taxon's potential area in the province of Alicante by using Qgis, a free software of geographical information, considering temperatures and precipitations as the main factors. Different secondary factors were also used as a mean to make sure and facilitate a successful introduction to the medium. Results suggest that Alicante has a wide potential area where conservation labors can be done, with "Font del Molí", the south of "Sierra de Bernia" and "el Valle del Sol" being the most interesting zones. However, these results do not fully correspond to the area proposed by the recovery plan made by the Valencian Community so they could be taken into account when reevaluating the current plan.

**Keywords:** Iberic endemism; Critically Endangered, recovery area, vegetal conservation, viability.

## Índice

<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Taxonomía .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Morfología .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Hibridación interespecífica .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Hábitat y contexto biogeográfico .....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Programas de conservación .....</b>	<b>5</b>
<b>1.5.1 Conservación <i>in situ</i> .....</b>	<b>5</b>
<b>1.5.2 Conservación <i>ex situ</i> .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Antecedentes y objetivos .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Antecedentes.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Objetivos .....</b>	<b>9</b>
<b>3. Metodología .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Cronograma .....</b>	<b>12</b>
<b>4. Resultados.....</b>	<b>13</b>
<b>4.1 Mapa de termotipos .....</b>	<b>13</b>
<b>4.2 Mapa de ombrotipos.....</b>	<b>13</b>
<b>4.3 Mapa combinado de termotipos y ombrotipos.....</b>	<b>14</b>
<b>4.4 Área potencial de <i>Cistus heterophyllus</i> subsp. <i>carthaginensis</i> en la provincia de Alicante .....</b>	<b>14</b>
<b>5. Discusión .....</b>	<b>17</b>
<b>6. Conclusiones .....</b>	<b>20</b>
<b>7. Conclusions.....</b>	<b>20</b>
<b>8. Bibliografía .....</b>	<b>21</b>
<b>8.1 Recursos bibliográficos.....</b>	<b>21</b>
<b>8.2 Referencias normativas (en orden cronológico) .....</b>	<b>23</b>
<b>8.3 Recursos web .....</b>	<b>23</b>



# 1. Introducción

## 1.1 Taxonomía

Existen numerosas especies protegidas incluidas en el *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España* (Bañares *et al.*, 2004). Entre ellas, una de las más amenazadas es *Cistus heterophyllus* Desf. subsp. *carthaginensis* M. B. Crespo & Mateo (jara o estepa de Cartagena), una subespecie perteneciente a la familia de las cistáceas que llegó a ser considerada extinta durante unos años en la península ibérica (Robledo *et al.*, 1995).

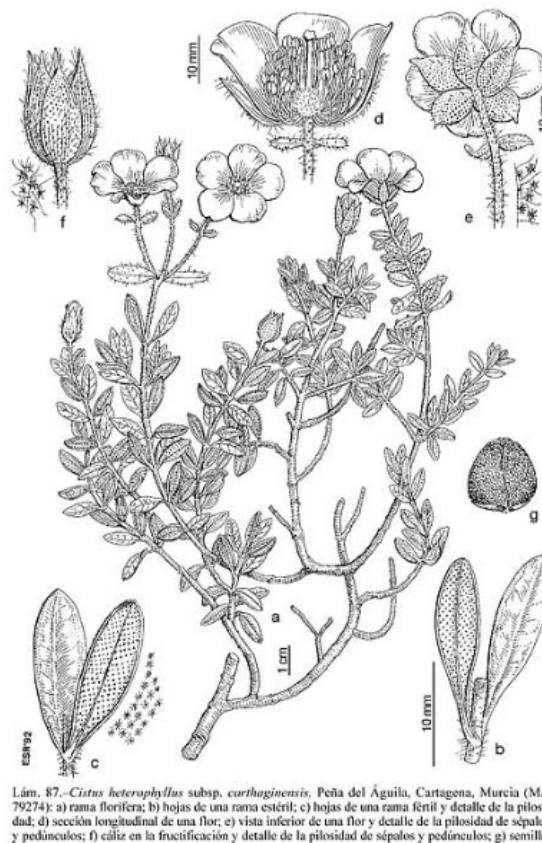
La familia *Cistaceae* es una de las más características de la Región biogeográfica Mediterránea, con alta abundancia, ocupación de diversos hábitats, así como floración y caracteres adaptados a las condiciones ecológicas de elevada xericidad. Es un táxon bien definido dentro de las angiospermas (Stevens, 2017). Estudios de divergencia de secuencias y de la información del registro fósil han permitido estimar que la diversificación de las cistáceas se ha producido en los últimos 30 millones de años, en el marco de una progresiva aridificación climática en el mediterráneo (Carrión *et al.*, 2007; Guzmán y Vargas, 2009).

Respecto al género *Cistus*, se estima que tiene una especiación más reciente, que ocurrió hace 3 millones de años como resultado del establecimiento del clima mediterráneo. El género presenta una adaptación óptima a las condiciones de sequía estival y fuegos frecuentes de la cuenca del Mediterráneo, cosa que los hace idóneos para colonizar las primeras etapas de la formación de un suelo de estas zonas. (Guzmán y Vargas, 2005; Guzmán *et al.*, 2009).

En la península ibérica, el género *Cistus* se encuentra representado por 12 especies incluidas en 3 subgéneros: *Cistus* L., *Leucocistus* Willk. y *Halimoides* (Willk.) Demoly & P. Monts. La especie sobre la que versa este trabajo se encuentra dentro del subgénero *Cistus* L., junto con *C. albidus* L., *C. crispus* L. y *C. creticus* L. (Demoly y Montserrat, 2006).

## 1.2 Morfología

El género *Cistus* L. incluye arbustos ramosos de entre 80 y 100cm de alto. Sus tallos jóvenes tienen pelos estrellados y algunos simples y largos. En una rama pueden tener entre 5 y 20 hojas de 2 a 10mm. Éstas son elíptico-lanceoladas, tienen un haz verde intenso con indumento disperso y un envés densamente cubierto por un indumento pubescente. Poseen inflorescencias con 1-3 flores con pedicelos de 7mm que tienen abundantes pelos simples y largos, destacando sobre los estrellados. Tiene 5 sépalos acuminados, seríceos y subiguales. Presenta 5 pétalos de entre 10 y 25mm, éstos son de color rosado-purpúreo con una mancha basal amarilla. Las flores tienen ovario pubescente, y un estigma capitado cortamente pedunculado. Para ver una descripción completa y detallada de la especie, puede consultarse *Flora Ibérica III* (Fig. 1) (Demoly y Montserrat, 2006).



**Figura 1.** Pliego de *Cistus heterophyllus* subsp. *carthagenensis*.

Fuente: <https://jaradecartagena.com/2017/03/16/principales-diferencias-morfológicas-entre-cistus-heterophyllus-y-cistus-albidus/>



### 1.3 Hibridación interespecífica

Las poblaciones actuales de *C. heterophyllus* subsp. *carthaginensis* presentan un carácter introgresivo, es decir, han incluido en su genoma genes de otras especies mediante repetidos procesos de hibridación interespecífica y retrocruzamiento. Esto es altamente notable en la población murciana, donde se han descrito dos híbridos (nothosubespecies) interespecíficos en los que participa este taxon (Ferrer-Gallego y Laguna, 2012):

*Cistus* × *clausonii* Font Quer & Maire nothosubsp. *crepoi* P.P. Ferrer & E. Laguna (*C. heterophyllus* subsp. *carthaginensis* × *C. albidus*).

*Cistus* × *escartianus* Demoly nothosubsp. *navarroii* P.P. Ferrer & E. Laguna (*C. creticus* subsp. *creticus* × *C. heterophyllus* subsp. *carthaginensis*).

### 1.4 Hábitat y contexto biogeográfico

Actualmente, la jara o estepa de Cartagena solamente consta de dos poblaciones naturales en toda la península ibérica. Una población se localiza dentro de la provincia biogeográfica Murciano-Almeriense (Alcaraz *et al.* 1991; Peinado *et al.*, 1992) y la otra en la Catalano-Provenzal-Balear (Rivas Martínez *et al.*, 2002; Peinado *et al.*, 1992). La localizada en la provincia Murciano-Almeriense cuenta con 26 ejemplares reproductivos, mientras que la otra, del sur de la provincia Catalano-Provenzal-Balear, sólo cuenta con un único individuo que es incapaz de reproducirse debido a la alogamia que este taxon presenta. Como ambas poblaciones se localizan en la zona levantina de Iberia, es considerada un endemismo iberolevantino (Bañares *et al.*, 2004).

La población que contiene más ejemplares se halla en la Sierra Minera de Cartagena, provincia de Murcia. Aquí forma parte de matorrales de la alianza *Thymo-Siderition*, dentro del piso termomediterráneo en zonas de ombrotipo semiárido-seco. Los suelos de esa zona son principalmente silíceos. Sin embargo, se cree que su hábitat óptimo sería formar parte de matorrales abiertos termomediterráneos, entre bosquetes de *Tetraclinis articulata* (*Arisaro-Tetraclinideto Sigmoidum*) y lentiscales-palmitares (*Chamaeropo humilis-Rhamneto lycioidis sigmoidum*) (Sánchez-Gómez *et al.* 2018)

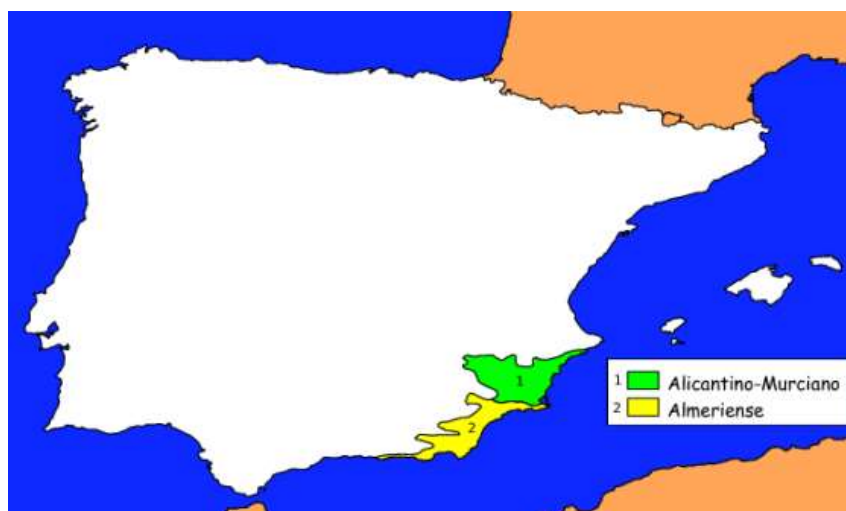
La otra población está localizada en la Comunidad Valenciana, provincia de Valencia, concretamente en La Poble de Vallbona, entorno de Sierra Calderona. Vive en suelos calizos, entre matorrales abiertos de la alianza *Rosmarino-Ericion*. Se ha interpretado que el taxon pudo haberse extendido en una amplia franja de ambientes termomediterráneos

de la zona, pero no se han encontrado evidencias empíricas que apoyen esto (Crespo y Mateo, 1988).

Toda el área de estudio del presente trabajo se encuentra en territorio alicantino, incluida en el sur de la Catalano-Provenzal-Balear, dentro del sector Setabense (Fig. 2) (Alcaraz, 2011b), así como en la provincia biogeográfica Murciano-Almeriense, dentro del sector Alicantino-Murciano (Fig. 3) (Alcaraz, 2011a). Se puede decir que en determinados ambientes de estas provincias se presentan las características bioclimáticas y ecológicas óptimas que permiten que la jara de Cartagena pueda desarrollarse de modo adecuado, dichas circunstancias bioclimáticas y biogeográficas no suceden a la vez en todos el territorio de Murcia o Valencia.



**Figura 2.** Biogeografía de la provincia Catalano-Provenzal-Balear. 1. Sector Catalano-Valenciano. 2. Sector Balear.  
Fuente: <https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema31.pdf>



**Figura 3.** Biogeografía de la provincia Murciano-Almeriense. 1. Sector Alicantino-Murciano. 2. Sector Almeriense.  
Fuente: <https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema33.pdf>

## 1.5 Programas de conservación

Según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la estepa de Cartagena es considerada una especie en Peligro Crítico de Extinción, debido a que presenta un área de distribución reducida (con presencia estimada menor de 100 km<sup>2</sup> y área de ocupación inferior a 10 km<sup>2</sup>), sufre una disminución continuada del número de individuos y presenta menos de 50 ejemplares maduros, estando el 90% de éstos en una sola población. Con la finalidad de evitar que desaparezca, se han establecido diferentes pautas de conservación que permitan que las poblaciones actuales crezcan y que se puedan establecer otras nuevas.

### 1.5.1 Conservación *in situ*

La conservación *in situ* consiste en proteger a los individuos de una determinada población silvestre de la extinción, actuando sobre los factores externos presentes en el hábitat en el que se encuentra. En el caso de *C. heterophyllus* subsp. *carthaginensis*, según el Plan de Recuperación de la Comunidad Valenciana, Orden 1/2015 de 8 de enero (DOGV núm. 7.451, de 27 de Enero de 2015), se han establecido censos poblacionales regulares con unidades de seguimiento y rastreos y análisis de idoneidad de nuevas áreas óptimas de implantación, es similar la metodología de trabajo para el Plan de Recuperación de la Región de Murcia (BORM 2014, Decreto 244/2014, de 19 de Diciembre).

### 1.5.2 Conservación *ex situ*

Los programas de conservación *ex situ* para este taxon se llevan a cabo principalmente utilizando semillas del Banco de Germoplasma de la Región de Murcia, integrado en el Centro de Conservación de la Flora Silvestre de dicho territorio, o mediante individuos desarrollados *in vitro* en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).

En territorio murciano, se han llevado a cabo varias plantaciones experimentales con intención de diversificar los núcleos poblacionales, utilizando semillas del Banco de Germoplasma. Según las *Directrices técnicas para el desarrollo de programas de reintroducción de especies silvestres en España* (MAGRAMA, 2013), si las reintroducciones se hacen a partir de semillas de un banco de germoplasma se deben seleccionar aquellos manejados y gestionados desde el punto de vista demográfico y genético para su adecuación óptima en el destino, conservando la máxima genética y los menores riesgos genéticos posibles. Lamentablemente, como esta especie tiende a sufrir procesos de hibridación con otras como *Cistus albidus* y de retrocruzamiento consigo

misma, en Murcia aún no se ha tenido éxito en crear poblaciones estables, aunque se está en ello, de hecho algunas poblaciones de nueva creación han logrado ya sobrevivir a 2 veranos (L. Cánovas, *com. pers.*, 26 de abril de 2021).

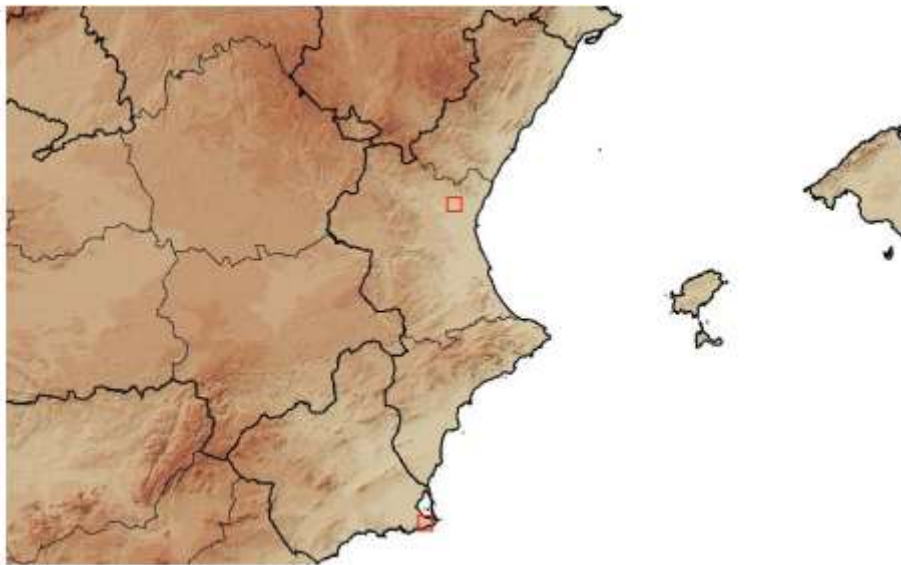
Por otro lado, en la Comunidad Valenciana se utilizaron ejemplares adultos obtenidos de propagación *in vitro* para establecer varias poblaciones nuevas, pero de todas ellas, la única que ha conseguido pervivir hasta ahora es la del Tancat de Portaceli, si bien su número de individuos se ha visto afectado negativamente al ser desplazados por la maquia local, *Pistacia lentiscus* y *Quercus coccifera* (Sánchez-Gómez *et al.*, 2018), lo cual tiene su lógica, pues como es sabido las especies del género *Cistus* son propias de ambientes perturbados e iniciales de la sucesión vegetal (Alcaraz *et al.*, 2008), por lo que con el tiempo son sustituidos por otras especies más próximas a la vegetación climácica del lugar.

## 2. Antecedentes y objetivos

### 2.1 Antecedentes

La jara de Cartagena fue descrita en la península ibérica por primera vez en 1901 por Francisco de Paula Jiménez Munuera. Posteriormente, en 1908 indica que es una especie “abundante en el monte de Sancti Spiritu y en la Peña del Águila”. Tras esto no existen más noticias del taxon hasta entrados los 70 del siglo XX, cuando de forma prudente, Fernando Esteve Chueca lo da por desaparecido en la península, si bien es abundante en el norte de África donde las poblaciones no presentan amenazas conocidas.

En 1986 fue descubierto un ejemplar de la planta por Manuel Benito Crespo Villalba en el término municipal de la Pobl de Vallbona, en la Comunidad Valenciana. Esto causó como respuesta la movilización de recursos personales y económicos de las instituciones valencianas hacia la investigación sobre el taxon (Crespo y Mateo, 1988). Más adelante, en 1993, se descubrió otra población en la localidad murciana de Llano del Beal por José Antonio Navarro Cano, completando así el mapa actual del taxon en la península ibérica (Fig. 4).



**Figura 4.** Mapa de distribución de *Cistus heterophyllus* subsp. *Carthaginensis*. Poblaciones localizadas en La Pobl de Vallbona (Comunidad Valenciana) y Llano del Beal (Región de Murcia)  
Fuente: [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/213\\_tcm30-99061.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/213_tcm30-99061.pdf)

A raíz de esto último y la inclusión de *C.h.carthaginensis* en el Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España, han sido varias las administraciones y organizaciones no gubernamentales las que se han movilizado para promover la

existencia de la planta y poder averiguar más cosas sobre ella. Es gracias a esto por lo que ha pasado a ser uno de los táxones ibéricos más estudiados.

En 1990 fue incluida en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, obteniendo así protección normativa (BOE núm. 82, de 05 de abril de 1990), aunque no alcanzó a entrar en la Directiva de Hábitats de 1992, por no aparecer en el tratado de Berna de 1986. Después, esta protección normativa pasó de protección nacional a la legislación autonómica y se han aprobado áreas protegidas para reforzar su protección, como las Microrreservas de Flora de la Comunidad Valenciana. En 2014 (Valencia) y 2016 (Murcia) se aprobaron planes de recuperación para las poblaciones de ambas comunidades autónomas, que se han ejecutado parcialmente (BORM núm. 297, de 29 de Diciembre de 2014) (DOGV núm. 7.451, de 27 de Enero de 2015).

Hasta ahora, la mayoría de las acciones de conservación han ido dirigidas a la protección de la especie y su hábitat de ocupación, y sólo unas pocas se han centrado en intentar ampliar el número de poblaciones en zonas con condiciones similares.

La Región de Murcia intentó hacer una introducción del taxon entre 1998 y 2000, plantando 208 individuos, repartidos en 8 subgrupos de 4 localidades diferentes, pero las tasas de supervivencia de la especie no fueron muy altas debido a diversos factores como el estrés termohídrico provocado por la incidencia del sol en una de las zonas o la baja o nula floración de los plantones tras 2 años de ser plantados (Navarro-Cano y Robles, 2018).

Por otra parte, de acuerdo con el plan de Recuperación del taxon en la Comunidad Valenciana se han llevado siembras *in situ* en varios municipios, aunque de las 8 localidades donde se realizaron, solamente una consiguió mantener viva a una población,

**Tabla 1.** Datos básicos de las plantaciones de *Cistus heterophyllus* subsp. *carthaginesis* realizadas por el Plan de Recuperación de la Comunidad Valenciana (Direcció General de Medi Natural, 2014)

Sitio	Año plantación	Nº ej. plantados	año censo supervivencia	Nº años desde plantac.	Nº ej. superv.	% superv.
MRF Tancat de Portaceli	1997	25	2013	16	10	40,0
Casa Forestal Portaceli	1997	6	2012	15	1	16,7
La Lloma – Cerro del Guarda	1997	15	1998	1	0	0,0
Peñas Altas	1997	9	1998	1	0	0,0
Peñas Altas	2002	15	2003	1	0	0,0
Saragatillo	2002	5	2003	1	0	0,0
Puntal de l'Abella	2002	50	2012	10	1	2,0
La Manguilla	2010	51	2013	3	2	3,92

cuyos individuos van disminuyendo cada año (Tabla 1) (Direcció General de Medi Natural, 2014).

Por lo argumentado en los párrafos anteriores y teniendo en cuenta la biogeografía y bioclimatología de las zonas donde se ubican ambas poblaciones, se considera que es necesario realizar el presente Trabajo de Fin de Grado, para intentar localizar otros lugares bioclimática y biogeográficamente similares, se puede decir que ecológicamente análogos, ubicados entre las poblaciones naturales de Murcia y Valencia, en concreto localizados en la provincia de Alicante (territorio entre ambas), un territorio que contiene zonas bioclimáticas similares (termomediterráneas con ombrotipo seco) y las 2 provincias biogeográficas donde se encuentra hoy día *C.h.carthaginensis*. Se ha decidido utilizar criterios biogeográficos y bioclimáticos, más que de proximidad geográfica como lo realiza el Plan de Recuperación del taxón en la Comunidad Valenciana, por entender que de este modo se puede ubicar mejor el área potencial de distribución potencial del taxon, al contemplarse variables bióticas y abióticas que afectan al taxon.

## 2.2 Objetivos

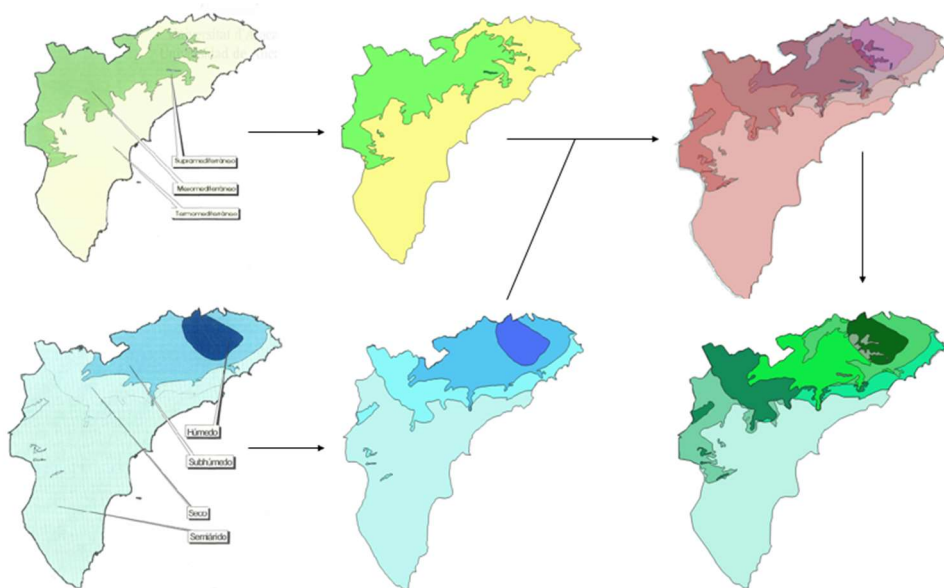
Este trabajo tiene como objetivo principal analizar el área potencial de distribución de *C. heterophyllus* subsp. *carthaginensis* en las provincias biogeográficas Murciano-Almeriense y Catalano-Provençal-Balear, haciendo centro de modo concreto en la provincia de Alicante, para así poder proponer nuevas aportaciones a su conservación. Para esto, se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- Identificar los factores a tener en cuenta para calcular el área potencial de la subespecie.
- Representar en un mapa el área potencial del taxón en la provincia de Alicante.
- Discutir posibles medidas de gestión para su conservación en esa área.

### 3. Metodología

Para analizar el área potencial de *C.h.carthaginensis* dentro de la provincia de Alicante, se ha empleado el software libre y de código abierto QGIS, que emplea un sistema de información geográfica con el que se han podido generar los mapas necesarios para una adecuada representación gráfica.

Los datos necesarios se extrajeron mediante el uso de capas tipo *raster*. Para esto, primero se utilizó una capa base de la península ibérica delimitada por comunidades autónomas, consiguiendo así dejar marcadas las coordenadas exactas para las siguientes capas. A partir de aquí, se georreferenciaron los mapas de los termotipos y ombrotipos de la provincia de Alicante para poder trabajar con ellos. Los mapas se crearon partiendo como base de unos confeccionados por Luis Serra para el territorio alicantino en su tesis doctoral (Serra, 2005). Una vez se obtuvieron los mapas de termotipos y ombrotipos, se combinaron en uno solo que englobara ambas variables a la vez para determinar el área potencial del taxon en la provincia de Alicante (Fig.5).



**Figura 5.** Proceso de creación y fusión de mapas de termotipos y ombrotipos mediante el software libre de información geográfica QGIS.

Del mismo modo, también se crearon mapas para los termotipos y ombrotipos del resto de la Comunidad Valenciana y para la Región de Murcia. Para los mapas de la Comunidad Valenciana se utilizaron como base los presentes en el libro “Claves ilustradas para la flora valenciana” (Crespo y Mateo, 2014). Para los de Murcia se



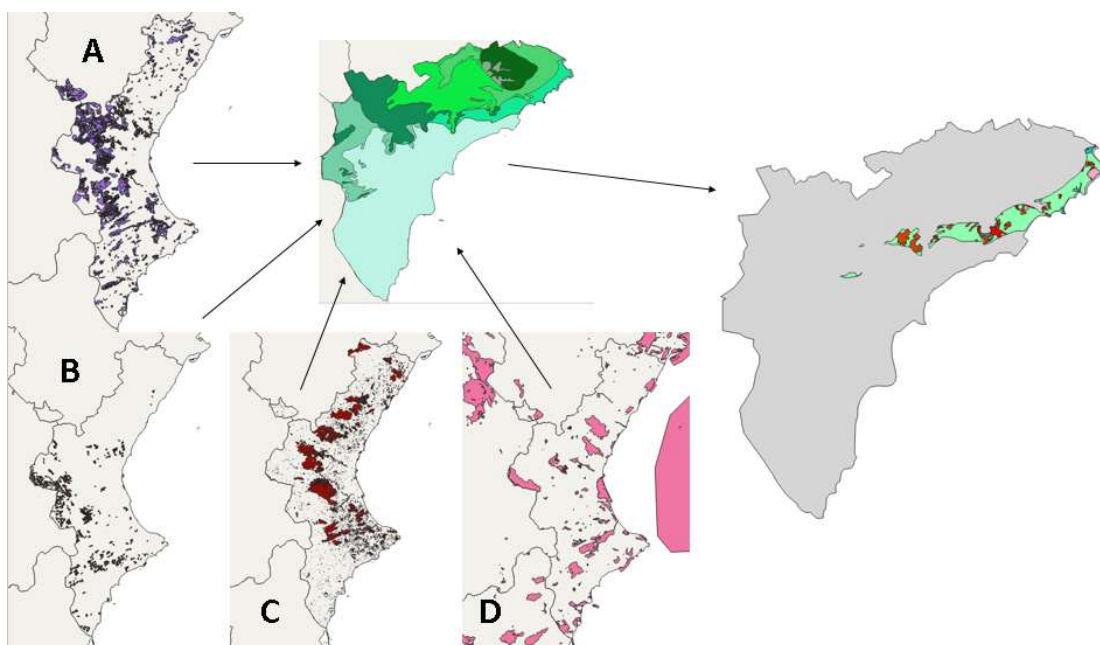
emplearon los de la publicación “Libro rojo de la flora silvestre protegida de la Región de Murcia” (Sánchez Gómez *et al.*, 2002).

Además, para poder hacer una mejor selección se añadieron capas que representan distintos factores a tener en cuenta a la hora de elegir una zona donde se pueda llevar a cabo una introducción exitosa el taxon (incluyendo factores sociales), son los indicados en la Tabla 2. Las capas se obtuvieron en formato “.shp” desde la base de datos del visor cartográfico de la Generalitat Valenciana.

**Tabla 2.** Capas utilizadas para ilustrar los diferentes factores a tener en cuenta a la hora de proponer zonas donde introducir al taxon.

<b>Factor</b>	<b>Nombre de la capa en el visor</b>
Espacios protegidos	Paisatges protegits de la Comunidad Valenciana
Montes Públicos	Titularidad de Montes
Incendios	Incendis forestals 1993-2018 (i 2019 provisionals)
Masas de <i>P. halepensis</i>	Diversificació de masses de <i>Pinus halepensis</i> - PATFOR

Estas capas han sido procesadas y posteriormente solapadas en un único mapa que las engloba dentro del área potencial de la especie en la provincia de alicante (Fig. 6)



**Figura 6.** Proceso de fusión de capas en QGIS. **A** = Montes Públicos, **B** = Masas de *Pinus halepensis*, **C** = Incendios Forestales, **D** = Espacios Protegidos..

Finalmente, una vez obtenido el mapa del área potencial, para obtener una visión más orientativa se ha superpuesto sobre un mapa satélite obtenido mediante la herramienta “Google Satellite” integrada en Qgis.

### 3.1 Cronograma

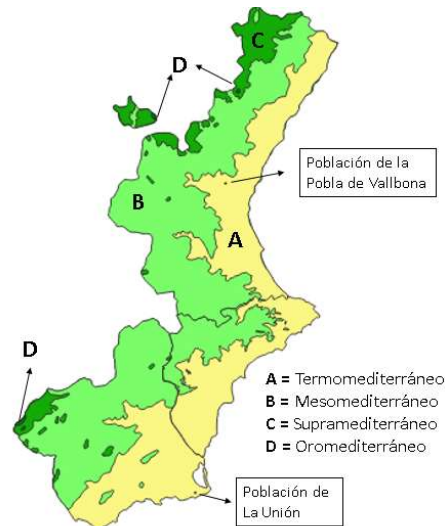
**Tabla 3.** Cronograma del tiempo requerido para la elaboración del presente Trabajo de Fin de Grado (TFG)

	2021						
Acciones	E	F	M	A	M	J	J
Recopilación de información							
Estudio bibliográfico							
Redacción del TFG							
Creación de mapas en QGIS							
Discusión de los resultados							

## 4. Resultados

### 4.1 Mapa de termotipos

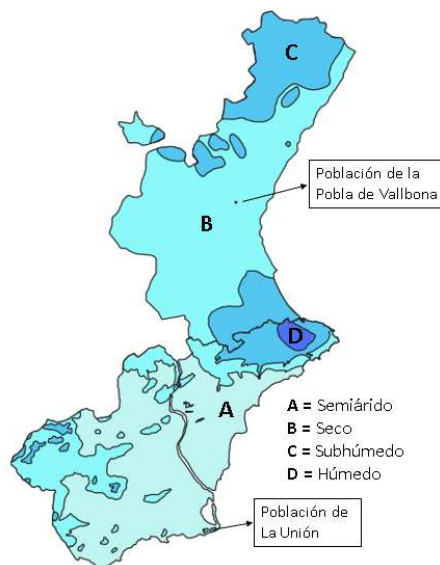
*Cistus h. carthaginiensis* se caracteriza por crecer en zonas de termotipo termomediterráneo. Dentro de la zona de estudio (Alicante), se puede observar que este termotipo únicamente se encuentra en zonas cercanas a la costa, y pasa a ser mesomediterráneo conforme se realiza un desplazamiento hacia el interior de la península, incluso llegando a supramediterráneo y oromediterráneo en zonas de elevada altitud. (Fig. 7).



**Figura 7.** Mapa de termotipos de la Comunidad Valenciana y la Región de Murcia.

### 4.2 Mapa de ombrotipos

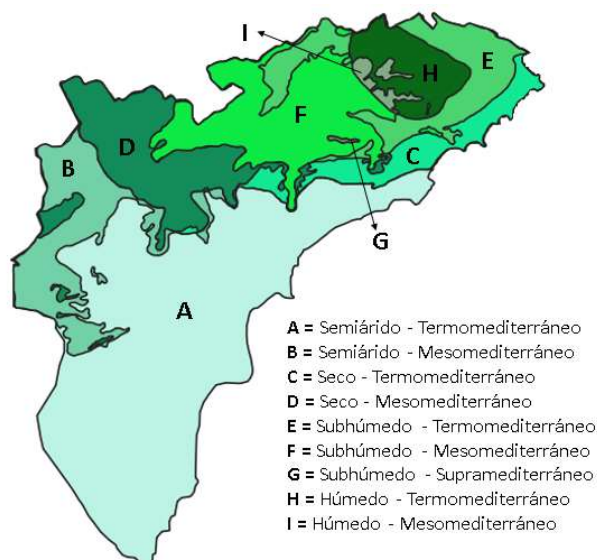
Las poblaciones de *C. h. carthaginiensis* crecen en ombrotipo seco. Aunque dentro de la provincia de Alicante predomina el semiárido, se pueden encontrar zonas con ombrotipo seco en la parte norte (Fig. 8).



**Figura 8.** Mapa de ombrotipos de la Comunidad Valenciana y la Región de Murcia.

### 4.3 Mapa combinado de termotipos y ombrotipos

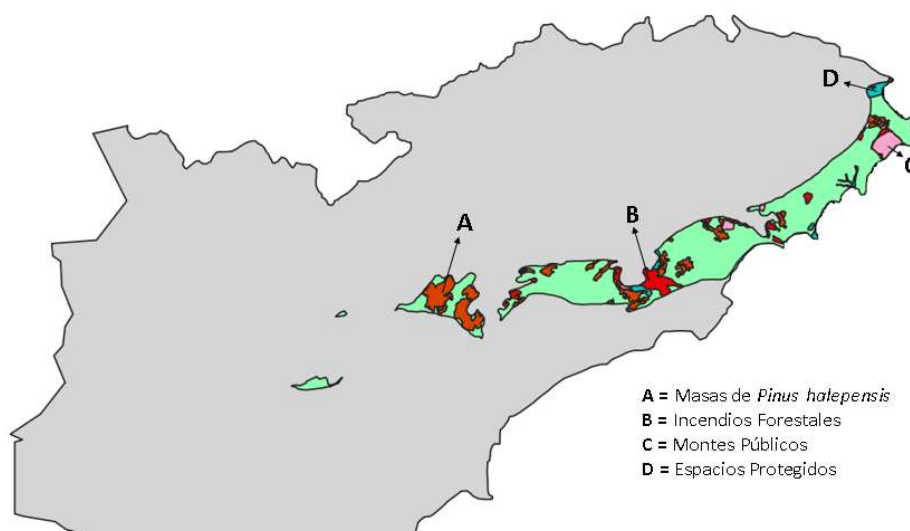
La combinación de los dos mapas anteriores nos permite delimitar el área potencial del taxon en función de esos parámetros. Dentro de la provincia alicantina, *C. h. carthaginensis* debe ser capaz de crecer en zonas termomediterráneas secas, que se corresponden con el valor C (Fig. 9).



**Figura 9.** Mapa de termotipos y ombrotipos de la provincia de Alicante.

### 4.4 Área potencial de *Cistus heterophyllus* subsp. *carthaginensis* en la provincia de Alicante

Dentro del área potencial que se ha obtenido existen zonas en las que puede resultar más fácil llevar a cabo un proyecto de conservación, debido a la existencia de factores que facilitan la supervivencia de la planta o bien al proceso legal que un proyecto así implica. En este trabajo se ha tenido en cuenta los siguientes factores: Masas de *Pinus halepensis*, Titularidad de montes, Espacios protegidos e Incendios (Figs. 10 y 11).

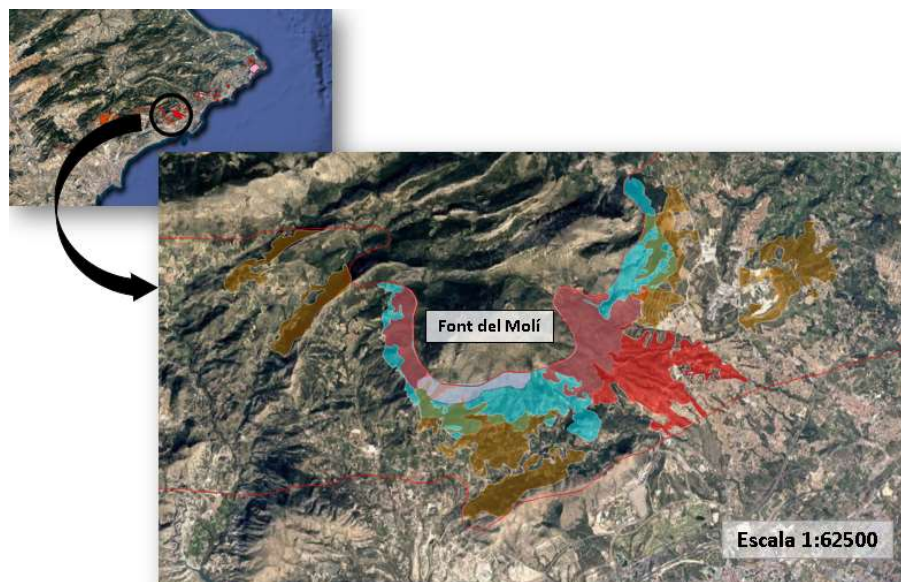


**Figura 10.** Área potencial de *C. h. carthaginensis* en la provincia de Alicante.



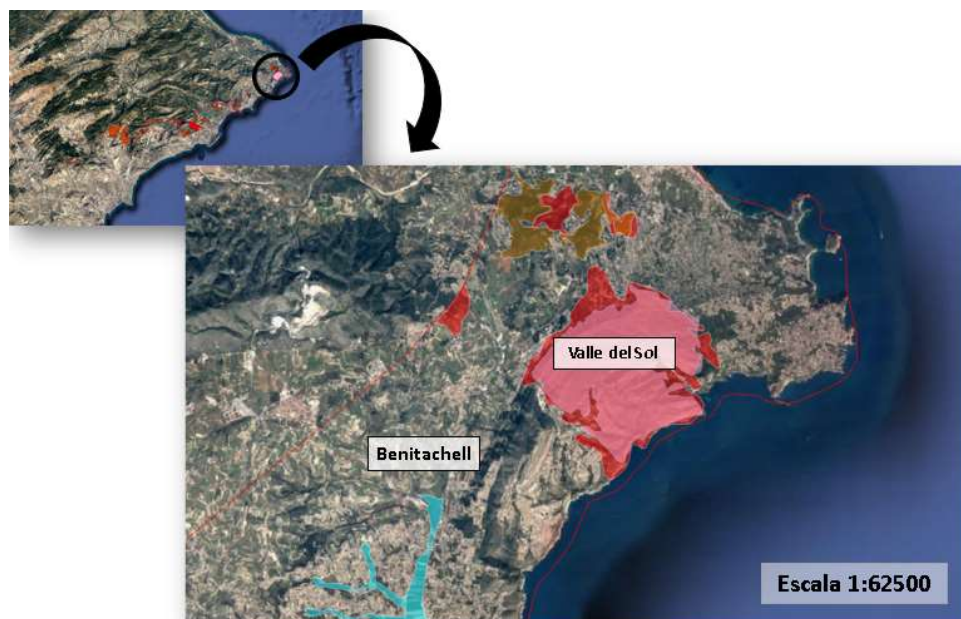
**Figura 11.** Vista satélite del área potencial de *C. h. carthaginensis*. Los colores representan distintos factores indicados en la leyenda.

En el mapa de la Figura 11 se puede observar las zonas del área potencial en las que coinciden (solapan) más de uno de los factores anteriores y, por tanto, podrían resultar en zonas más adecuadas para la introducción del taxon, éstas se encuentran en la Font del Molí, el sur de la sierra de Bernia y la zona sur del valle del Sol (Figs. 12, 13 y 14).



**Figura 12.** Vista satélite de la zona de la Font del Molí, situada al norte de Benidorm.





**Figura 13.** Vista satélite de la zona del Valle del Sol, situada al este de Benitachell



**Figura 14.** Vista satélite de la zona de la Sierra de Bernia, situada al norte de Altea y Santa Clara.

## 5. Discusión

Los resultados obtenidos en este proyecto sugieren que en la provincia de Alicante existe una amplia área potencial donde *C. h. carthaginensis* podría habitar. No obstante, los procedimientos que se han seguido durante la realización de este trabajo no tienen en cuenta el tipo de zona que esta área engloba, por lo que a efectos prácticos toda la superficie que engloba a las zonas urbanas podría descartarse, quedando así un área más reducida. Además, también cabe destacar que existen más factores condicionantes que no se han podido tener en cuenta en este trabajo, como por ejemplo la presencia y abundancia de otras especies del género *Cistus* en la zona que puedan hibridar con la jara de Cartagena, como sería el caso de *C. albidus*. A pesar de que los resultados obtenidos no reflejan lo anteriormente mencionado, en este apartado comentaremos las posibles zonas mejores dentro del área obtenida, en función de los factores que se han valorado en el presente TFG.

A la hora de realizar introducciones de una especie en zonas donde no exista constancia de haber sido previamente ocupadas por ésta, hay que tener en cuenta una serie de factores que deben cumplirse para asegurar que la planta es capaz de sobrevivir y reproducirse en el medio. Dos de estos factores son la temperatura y las precipitaciones de la zona que se extrapolan en base a los mapas de termotipos y ombrotipos (figs. 7 y 8). Estudios anteriores (Navarro y Robles, 2018) han observado que la subespecie crece mejor en zonas donde los niveles de insolación son menores, por lo que zonas con una menor temperatura dentro del rango termomediterráneo, como son zonas de umbría o con un mayor porcentaje de especies arbóreas que proporcionen sombra, podrían ayudar a una mayor tasa de supervivencia del taxon. Respecto a las precipitaciones, se observó que no es necesario asistencia de riego en los meses de verano, ya que las plantas de este género tienen mecanismos de adaptación a zonas de sequía muy desarrollados y durante el estío no aprovechan fisiológicamente el agua aportada (Navarro y Robles, *op. cit.*).

Otro factor que se ha tenido en cuenta en este trabajo es la presencia de masas de *Pinus halepensis* en la zona. Este factor se ha elegido debido a que las dos poblaciones existentes de la especie crecen en claros de este tipo de pinares, y puede estar relacionado con otro de los factores que se han utilizado, el de los incendios forestales. Muchas de las especies que habitan en zonas termomediterráneas han desarrollado adaptaciones pirófitas, es decir, que les permiten resistir incendios o recuperarse con facilidad después

de éstos. Tanto las especies del género *Cistus* como *P. halepensis* presentan este tipo de adaptaciones, y esto les permite ser de las primeras en colonizar zonas afectadas por un incendio, así como rejuvenecer sus poblaciones (Navarro-Cano y Rivera, 2001). Lo anterior permite considerar como zonas adecuadas áreas con presencia de pinares de carrasco y/o incendiadas.

A nivel social, un factor muy importante que no debe pasarse por alto a la hora de elegir una zona es si es pública o privada. Si bien esto no afecta a la planta de forma directa, sí que afecta a la facilidad que se tiene para poder acceder a ella y llevar a cabo las labores necesarias para su conservación, por lo que llevar a cabo tareas para la conservación de una especie en zonas de dominio público es, en principio, mucho más fácil que aquellas que sean de propiedad privada. Del mismo modo, situar la zona de estudio en un espacio protegido también proporciona facilidades de gestión para las tareas de conservación, por lo que se ha añadido como factor positivo a considerar también.

Hasta ahora, las áreas de recuperación para este taxon propuestas por la Comunidad Valenciana en la provincia de Alicante en el Plan de Recuperación recogen únicamente la zona centro-sur de la provincia (Direcció General de Medi Natural, 2014). Si se observa el área potencial obtenida en este trabajo (Fig. 11), se puede ver que la mayoría se sitúa en la zona noreste alicantina, quedando fuera del área indicada en el Plan de Recuperación. En este trabajo se han propuesto 3 zonas de especial interés a la hora de realizar una introducción en la provincia de Alicante:

- 1) La más interesante es la de la Font del Molí (Fig. 12), situada al norte de Benidorm y Finestrat. Esta zona dispone de un territorio de dominio público, ha presentado incendios en los últimos años, tiene masas de *P. halepensis* y se encuentra dentro del espacio natural de la Font del Molí.
- 2) Otra de las zonas propuesta es la localizada al norte de Santa Clara y Altea (Fig. 13). Esta área recoge una zona pública en cuyas inmediaciones hay masas de *P. halepensis* así como otra zona de carácter público situada en un espacio natural. Ambas están en el lomo de la sierra de Bernia, y podrían resultar un buen sitio para la introducción de la especie.



3) Finalmente, la última zona destacada en este trabajo es la del Valle del Sol (Fig. 14), y se encuentra al este de Benitachell. Tiene una amplia zona de dominio público que ha sido sujeto de incendios en las últimas décadas, por lo que una comunidad vegetal poco desarrollada podría favorecer la introducción de una especie pirófito como la que tratamos en este trabajo.

Por todo ello, los resultados obtenidos en este trabajo podrían servir de propuesta para futuros proyectos de conservación de *Cistus heterophyllus* subsp. *carthaginensis* en la provincia de Alicante, al presentar opciones no recogidas por el Plan de recuperación de la especie de la Comunidad Valenciana que pueden resultar válidas y así poder ayudar a conservarla.

## 6. Conclusiones

1. La provincia de Alicante presenta un área potencial relativamente amplia para llevar a cabo labores de nueva introducción y, por tanto, conservación de *C. h. carthaginensis*.

2. El área propuesta por el Plan de Recuperación de la Comunidad Valenciana no se corresponde en gran parte con el área potencial obtenida en este trabajo, por lo que tal vez se haría necesaria una revisión de éste.

## 7. Conclusions

1. Alicante's province presents a wide potential area where introduction and conservation labors for *C. h. carthaginensis* could be performed.

2. The area that the CV's recovery plan proposes does not correlate with most of the area obtained in this project. Therefore, this could be hinting that said recovery plan could be in need of a rechecking.

## 8. Bibliografía

### 8.1 Recursos bibliográficos

Alcaraz F., Sánchez Gómez P., de la Torre A. 1991. Biogeografía de la provincia Murciano-Almeriense. *Rivasgodaya* 6: 77–100

Alcaraz, F., Barreña, J.A., Clemente, M., González Garnés, A.J., López Bernal, J., Rivera, D. & Ríos, S. 2008. *Manual de Interpretación de los Hábitats Naturales y Seminaturales de la Región de Murcia*. Dirección General del Medio Natural, Consejería de Desarrollo Sostenible y Ordenación del Territorio de la Región de Murcia, 827 pp.

Bañares Á., Blanca G., Güemes J., Moreno J.C. & Ortiz S., eds. 2004. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid, 1.069 pp.

Direcció General de Medi Natural, 2014. Conselleria d'Infraestructures, Territori i Medi Ambient. *Plan de recuperació de Cistus heterophyllus*. Documento técnico.

Carrión, J. S., Fuentes, N., González-Sampériz, P., Sánchez Quirante, L., Finlayson, J. C., Fernández, S., y Andrade, A. (2007). Holocene environmental change in a montane region of southern Europe with a long history of human settlement. *Quaternary Science Reviews*, 26(11–12): 1455–1475.

Carrión, M.A., 2018. Introducción. La Jara de Cartagena.. En: M.J. Vicente, J.J. Martínez-Sánchez (Eds.). *La jara de Cartagena (Cistus heterophyllus), una especie en peligro. Estado actual de conocimientos*. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena. 259 pp.

Crespo, M.B., Mateo, G., 1988. Consideraciones acerca de la presencia de *Cistus heterophyllus* Desf. En la Península Ibérica. *Anales Jard. Bot.* Madrid 45(1): 165-171.

Crespo, M.B., Mateo, G., 2014. *Claves Ilustradas para la Flora Valenciana. Monografías de la flora Montibérica*. Jolube, Consultor botánico y editor.

Demoly, J.P, Montserrat, P., 2006. *Cistus*. En: Castroviejo S., Lainz M., López González G., Montserrat P., Muñoz Garmendia F., Paiva Villar, J. (Eds.), *Flora Iberica* III. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid, pp. 377-395.

Ferrer-Gallego, P.P., Laguna, E., 2012. Nuevos híbridos en el género *Cistus* L. (Cistaceae). *Flora Montiberica* 52: 60-67

Guzmán, B., Vargas, P., 2005. Systematics, carácter evolution, and biogeography of *Cistus* L. (Cistaceae) base don ITS, *trnL-trnF* and *matK* sequences. *Mol. Phylogenet. Evol.* 37: 644-660.

Guzmán, B. Vargas, P., 2009. Historical biogeograhly and carácter evolution of *Cistaceae* (Malvales) base don análisis of plastic *rbcL* and *trnL-trnF* sequences. *Org. Divers. Evol.* 9: 83-99.

Guzmán, B., Lledó, M. D., Vargas, P., 2009. Adaptive radiation in Mediterranean *Cistus* (Cistaceae). *PLOS ONE* 4 (7): e6362.

MAGRAMA, 2013. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio ambiente. *Directrices técnicas para el desarrollo de programas de reintroducción y otras traslocaciones con fines de conservación de especies silvestres en España*. Versión

aprobada por la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, el 24 de julio de 2013, y por la Conferencia Sectorial, el 7 de octubre de 2013.

Navarro-Cano, J.A., Rivera, D., 2001. Hacia la recuperación de la Jara cartagenera en Murcia. *Quercus* 189: 26-29.

Navarro-Cano, J.A., Robles, J. 2018. Reintroducciones y conservación *ex situ* en la Región de Murcia. En: M.J. Vicente, J.J. Martínez-Sánchez (Eds.). *La jara de Carta (Cistus heterophyllus), una especie en peligro. Estado actual de conocimiento*. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena. 259 pp.

Peinado, M, Alcaraz, F. y Martínez-Parras, J.M. (1992). *Vegetation of Southeastern Spain*. Ed. J. CRAMER. Berlín-Stuttgart. 487 pp.

Rivas Martínez, S., Díaz, T.E., Fernández González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousã, M. & Peñas, A. 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotánica* 15(1): 5-432.

Robledo, A., Navarro-Cano, J.A., Rivera, D., Alcaraz, F., 1995. Los últimos ejemplares de jara cartagenera. *Quercus* 110: 12-14.

Sánchez Gómez, P. Carrión Vilches, M.A., Hernández González, A. & Guerra Montes, J. 2002. Libro rojo de la flora silvestre protegida de la Región de Murcia, vols. 1-2. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia. Dirección General del Medio Natural. Murcia. 687 pp.

Sánchez-Gómez, P., Jiménez, J.F., Güemes, J., Cánovas-Rubio, J.L., 2018. Taxonomía, filogenia y contexto geobotánico. En: M.J. Vicente, J.J. Martínez-Sánchez (Eds.). *La jara de Cartagena (Cistus heterophyllus), una especie en peligro. Estado actual de conocimientos*. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena. 259 pp.

Sánchez Gómez, P., Güemes, J., Jimenez, J., Cánovas, J.L. & Saorín, F., Navarro, J., Díaz, R. & Robles, J. (2019). *Cistus heterophyllus* Desf. En: Moreno Saiz, J.C., J.M. Iriondo Alegría, F. Martínez García, J. Martínez Rodríguez & C. Salazar Mendías, (Eds.) 2019. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Adenda 2017*. Ministerio para la Transición Ecológica-Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid. 220 pp.

Serra, L., 2005. *Estudio crítico de la Flora vascular de la Provincia de Alicante: Aspectos Nomenclaturales, Biogeográficos y de Conservación*. Tesis Doctoral, Universidad de Alicante, España.

The Angiosperm Phylogeny Group. 2016. An update of the Angiosperm phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Bot. J. Linn. Soc.* 181: 1-20.

Vicente, M.J., Martínez-Sánchez, J.J. (Eds.), 2018. *La jara de Cartagena (Cistus heterophyllus), una especie en peligro. Estado actual de conocimientos*. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena.

## 8.2 Referencias normativas (en orden cronológico)

BOE 1990. REAL DECRETO 439/1990, de 30 de Marzo, por el que se regula el Catálogo nacional de Especies Amenazadas. BOE núm. 82 de 05-04-1990.

BORM 2014. DECRETO 244/2014, de 19 de Diciembre, por el que se aprueban los planes de recuperación de las especies Jara de Cartagena, Brezo Blanco, Sabina de Dunas, Narciso de Villafuente y Scrophularia Arguta.

DOGV 2015. ORDEN 1/2015, de 8 de Enero, de la Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, por la que se aprueban los planes de recuperación de las especies de flora en peligro de extinción *Cistus heterophyllus*, *Limonium perplexum* y *Silene hifacensis*. DOGV núm. 7451 de 27-01-2015.

## 8.3 Recursos web

Alcaraz, J.F. (2011a). *Provincias Mediterránea-Ibérica-Occidental, Mediterránea-Ibérica-Central y Catalana-Provençal-Balear* (20 abril 2011; <https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema31.pdf>) (consultada el 25 de Marzo de 2021)

Alcaraz, J.F. (2011b). *Provincia Murciano-Almeriense* (24 abril 2011; <https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema33.pdf>) (consultada el 25 de Marzo de 2021)

Proyecto para la recuperación y conservación de la jara de Cartagena (*Cistus heterophyllus* subsp. *carthaginensis*). <https://jaradecartagena.com> (consultada el 25 de Marzo de 2021)

Güemes J., Jiménez Martínez J.F. & Sánchez Gómez, P. (2003). *Cistus heterophyllus* subsp. *carthaginensis* (Pau) M.B. Crespo & Mateo (23 julio 2020; [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/213\\_tcm30-99061.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/213_tcm30-99061.pdf)) (consultada el 25 de Marzo de 2021).

Stevens, P. F. (2017). *Angiosperm Phylogeny Website*. (14 julio 2017; <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>) (consultada el 25 de mayo de 2021).